

空港案内受付ロボットの開発

Development of Reception Robot for Airport Guidance

大 西 潤 哉¹

Junya ONISHI

川 崎 雄 一¹

Yuichi KAWASAKI

益 田 綾 子¹

Ayako MASUDA

竹 部 雄 貴¹

Yuki TAKEBE

大 林 千 尋²

Chihiro OBAYASHI

要 旨

案内ロボットシステムは、ロボットが成田国際空港で案内サービスを実行するシステムである。案内ロボットシステムは受付ロボットと誘導ロボットの2種類のロボットが協調しながら案内サービスを実行する。受付ロボットは、お客様の窓口となるロボットであり、お客様が目的地を音声とタッチパネルで入力すると、道順を示し、運用システムを通じて誘導ロボットに目的地を送信する。この受付ロボットの開発にあたり、案内ロボットサービスのつき添う羅針盤というコンセプトを分解した機能として、多様なお客様への対応（多言語対応・昇降機能）、戸惑わない対話（音声認識・対話エンジン）、違和感の無いロボットの応答（動き・音・画面）を実現した。ユーザ評価の結果、80%の調査参加者から空港にあれば使ってみたいという回答を得た。

ABSTRACT

We proposed a novel guide robot system that uses robots to provide guidance at Narita International Airport. The system implements the guidance through collaboration between robots having two different service roles: a reception role and a guide role. The reception robot greets guests, shows the route to a destination identified by a guest through voice and touch-screen input, and, by means of the Guide Robot Management System, communicates the destination to the guide robot. As this reception robot was developed, the concept of “Compass to Accompany” in the guide robot system was implemented through the functions of universal design (multilingual support and height adjustment), impasse-free dialogue (voice recognition and dialogue engine), and natural responses from the robot (motion, sound, and display). In user evaluations, 80% of survey participants indicated that they would like to try using the system if it becomes available at an airport.

1. 背景

Honda は 2030 年ビジョン「すべての人に、『生活の可能性が広がる喜び』を提供する」を掲げ、その取り組みの一つとして ASIMO に代表されるロボットの開発⁽¹⁾を継続して推進してきた。

ロボットでの代替が求められている分野として、配送・清掃・案内業務が挙げられる。近年、課題となっているサービス業や流通業などでの労働力不足、とりわけ案内業務においては訪日外国人観光客の受け入れが増えていることか

ら、多様な国や地域からの人々に対応するための多言語対応が重要な課題である。しかしながら国内に多言語で情報提供できる人材を確保することは容易ではない。多言語での情報提供の環境整備は、スマートフォンなどの個人情報端末の普及によって進んでいるが、ある程度のメディアリテラシーを要求されることから、多言語対応可能なロボットが求められる。

空港案内ロボットシステム⁽²⁾は、成田国際空港（以下、成田空港）で案内サービスを行うことでロボットに目的地まで案内されたという新しい体験をお客様に提供して新し

¹ ライフクリエーションセンター

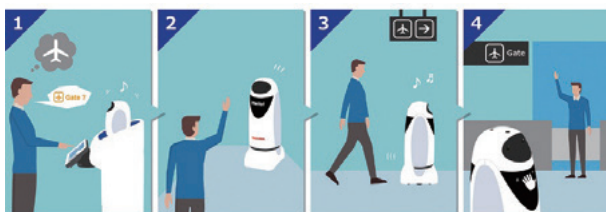
² ライフクリエーションセンター、博士（工学）

い案内サービスの可能性を示すとともに、ロボットがデモンストレーションではなく人の役に立ち人と共存している姿への転換を目的とする。

Fig. 1 に示すように、案内ロボットシステムは受付ロボットと誘導ロボットの2種類のロボットが協調しながら案内サービスを実行する。Fig. 1(b) の受付ロボットは体を揺らしてお客様の注意をひき、お客様が近づいてくるとそちらに体を向ける。お客様がタッチパネルで言語を選択すると受付ロボットはタッチパネルのある正面を向く。

Fig. 1(a) の1で示すようにお客様が行先を話すと、受付ロボットはうなずき動作をし、タッチパネルディスプレイに候補リストが表示される。お客様が候補リストの中から行きたい場所をタッチすると目的地までの地図や目的地の詳細情報が表示される。ロボットと一緒に行くをお客様がタッチすると、Fig. 1(a) の2, 3, 4で示すように Fig. 1(c) の誘導ロボットは運用システム⁽³⁾を通じ、受付ロボットから目的地とお客様顔情報⁽⁴⁾を受け取り、お客様を導きながら案内する。受付ロボットと誘導ロボットに役割を分けているが、それぞれはシームレスにつながり、お客様への案内サービスを提供する。

本稿では、空港案内ロボットシステムにおける受付ロボットについて述べる。



(a) Scenario



(b) Reception robot

(c) Guide robot

Fig. 1 Guide service overview

2. 受付ロボットのコンセプトとシステム構成

案内ロボットサービスはつき添う羅針盤というコンセプトを設定している。つき添うは心地良い距離感で気にかけてくれ、安心できる存在であることを示し、羅針盤は目的地への方向とルートを示す正確無比なツールであることを示す。

受付ロボットの開発においては、つき添う羅針盤という設定コンセプトを以下の(1)から(3)のコンセプトにさらに分解した。これら三つのコンセプトを実現する機能として多言語対応、昇降機能、音声認識、対話エンジン、動き・音・画面の五つの機能がある。Fig. 2 にコンセプトと機能の対応関係を示す。

- (1) 多様なお客様への対応 (多言語対応・昇降機能)
- (2) 戸惑わない対話 (音声認識・対話エンジン)
- (3) 違和感の無いロボットの応答 (動き・音・画面)

多様なお客様への対応は、外国人だけでなく公共の場所での利用ということから車いす使用者などへの対応もできるように設定し、機能として多言語対応、車いす使用者にあわせた高さに調整する昇降機能を実装した。戸惑わない対話は、メディアリテラシー能力に寄らず情報を入手できるように、音声認識・対話エンジンを実装した。違和感の無いロボットの応答は、ロボットに應對してもらった体験をお客様に提供するために、お客様のアクションに対する応答として動き・音・画面を実装した。

これら機能を実現するための受付ロボットのシステム構成を Fig. 3 に示す。本システムはカメラやマイク、Laser Range Finder (LRF) による入力系、入力された画像や音声、点群データを認識する認識系、動作生成系、検索系から構成される。

お客様が近づいてきたことを LRF によって感知したときやマイクからの音声入力があったときにロボットの動作・音が生成され、コンセプトである違和感の無いロボットの応答が実現される。マイクからの音声入力は多言語対

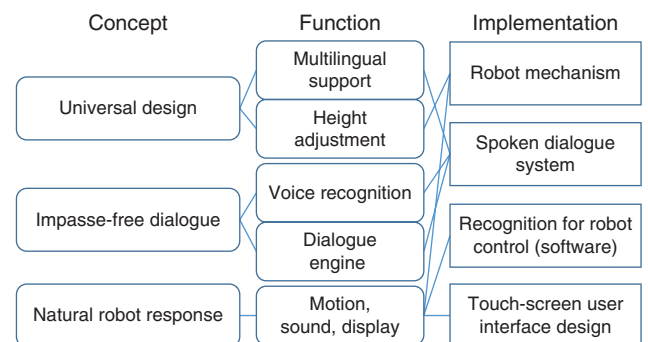


Fig. 2 Table of correspondences among concepts, functions, and implementations

応の行先検索にかけられ候補をディスプレイ表示する。車いす使用のお客様対応時にはスタッフによって使いやすい高さに設定される。

また、運用システム及び誘導ロボットと通信を介して連携し、お客様の目的地を誘導ロボットに引継ぎ、スムーズな案内を実現している。

上記で述べた五つの機能は、Fig. 3 に示したシステム構成に加え、ロボット機構、音声対話システム、認識制御、タッチパネルユーザインタフェースの四つの技術を組み合わせることで実現される。これら四つの技術は、五つの機能との関係とともに Fig. 2 の第3列目に示されていて、その技術内容を、3 から 6 章において説明する。また 7 章では、これら五つの機能の改善点を把握するため、感性的評価を行った結果を述べる。

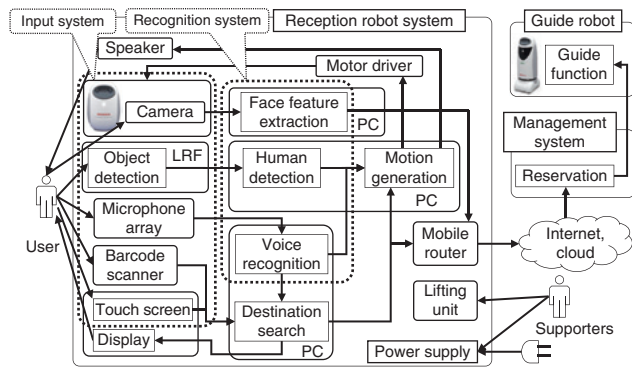


Fig. 3 System diagram

3. 受付ロボットの動作・昇降

3.1. ロボットの動作機構

お客様が受付ロボットに近づき、タッチパネルを操作し目的地検索を開始すると受付ロボットはシーンにあわせた動作を実行する。実際の動作概要を Fig. 4 に示す。

このような動作を実現するためのロボットの動作機構を Fig. 5 に示す。ロボットがお辞儀やかしげといった動作を実現するために、ロボット底部を中心として X, Y, Z 軸を直交させ、各軸を中心として回転可能な構造としている。また、リンクを用いた駆動機構とすることにより、ワイヤハーネスの屈曲を最小限にでき、空港での長期間の運用を可能とした。3 軸の交点となる部分にユニバーサルジョイントを採用し、上下にスライドする軸受けとリンクを介して接続することで、回転を許容しつつ前後、左右方向の動きを伝達している。これら機構部分は株式会社アークとの共同開発である。

このような動作機構によって、コンセプトである違和感の無いロボットの応答を実現している。

3.2. 昇降機能

多様なお客様への対応として、様々な身長や車いす使用者のタッチパネル画面の見やすさを、マイクの集音性能を向上させるために昇降機能を備えている。昇降機構について Fig. 6 に示す。



(a) Turning around (tracking person) (b) Bowing (receiving voice input) (c) Tilting (searching)

Fig. 4 Robot motion examples

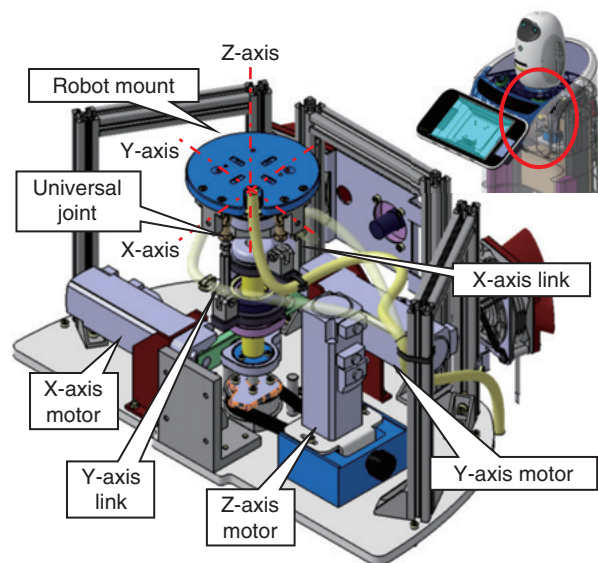


Fig. 5 Robot drive mechanism

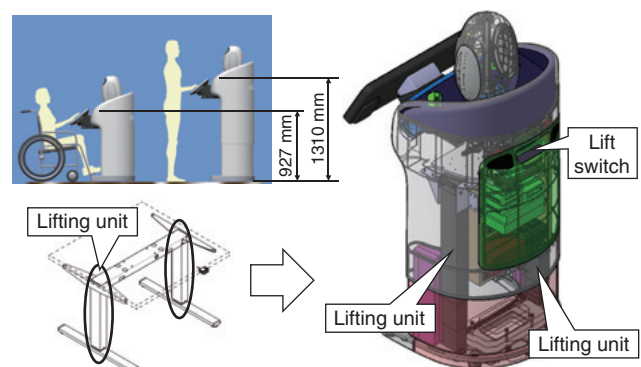


Fig. 6 Lifting mechanism

車いす使用者から欧米人の高身長までカバーできるように、タッチパネル面の高さが927から1310 mmまで可変する仕様としている。昇降ユニットには市販の昇降デスク用のユニットを流用している。

このような昇降機構によって、コンセプトである多様なお客様への対応を実現している。

4. 音声対話システム(マイク・対話エンジン)

Fig. 7に音声対話検索システムのシーケンスを示す。お客様が発話するとマイクが音声信号に変換し、Voice Activity Detection (VAD)によって人の有声部分の信号だけが取り出される。処理後の音声を対話エンジンであるHoundifyに送信し、認識・理解した目的地検索結果が返されタッチパネル画面上に表示される。お客様が検索結果一覧から一つを選択すると、成田空港公式アプリ(NariNAVI)から情報を得て、その詳細情報(地図含む)を表示することができる。

4.1. マイク

音声認識用マイクロフォンは、空港での騒音環境下での正確な音声認識を行う必要がある。音声認識・対話エンジンの設計要件として、空港内を模擬した騒音環境下におい

て、音声認識結果のCharacter Error Rate (CER)を10%以下、音声認識結果の文意を考慮した認識評価であるタスク失敗率を15%以下と設定した。設定値は音声認識・音声対話技術を開発するフェアリーデバイセズ社の公共施設での音声応答サービスの知見に基づいている。

マイクロフォンアレイはフェアリーデバイセズ社製のバー型16 chマルチマイクロフォンシステムを使用する。マイクロフォンアレイを用いれば、雑音下でも音源の方向を推定したり、特定の方向から到来する音源のみを分離抽出したりすることが可能になる。お客様の想定立ち位置からの音と周囲の騒音を分離して、お客様の発話音声だけを取り出すようパラメータ調整を行い、CER2から4%程度、タスク失敗率11%程度を達成し、スムーズな音声認識を行うに十分であるとした。なおマイクロフォン付近でのお客様の想定入力音圧は65から75 dBとしている。

4.2. 対話エンジン

多様なお客様に対応するため、対話エンジンはSoundHound社に依頼して音声対話AI開発プラットフォームHoundifyを改修して使用している。この対話エンジンは日本語、英語、中国語、韓国語の4言語において日常会話に近い言い回し及び単語を認識できるように想定対話のレベル分けを行い、ユーザとしてこれぐらいは回答して欲しいというレベル分けを行い、基準内、基準外とも70%程度認識できる。音声認識・対話エンジンの設計要件として、7章でのユーザ評価の結果を受けて許容レスポンス時間を音声入力から結果表示まで3秒以内とした。従来は音声ファイルから一旦テキストに変換して対話エンジンにかけるが、使用している対話エンジンHoundifyは音声ファイルから直接レスポンスを生成するのでレスポンス時間を短縮でき、音声入力から3秒以内で結果を表示できた。

5. 認識制御(ソフトウェア)

お客様を呼び込むことを目的とし、ロボットがお客様に顔を向ける機能を実現するため、周囲の人検出、対象ユーザ選択及びロボット姿勢制御をシンプルに構成した。

周囲の人を検出する方法としてLRFを用いて足や胴体を検出する方法が提案されている⁽⁵⁾⁻⁽⁷⁾。受付ロボットが設置される環境では、ロボット周囲に複数人が移動またはたたずんでいることが想定されるため、胴体をLRFにより検出することとし、人の胴体をライン走査できる高さ範囲とした。ロボットには高さを調整する昇降機能があるが、お客様がタッチパネル操作位置に立つまでロボット高さは標準高さにしており、標準高さで車いすから高身長の人までLRF検出できることを確認した。この計測エリア

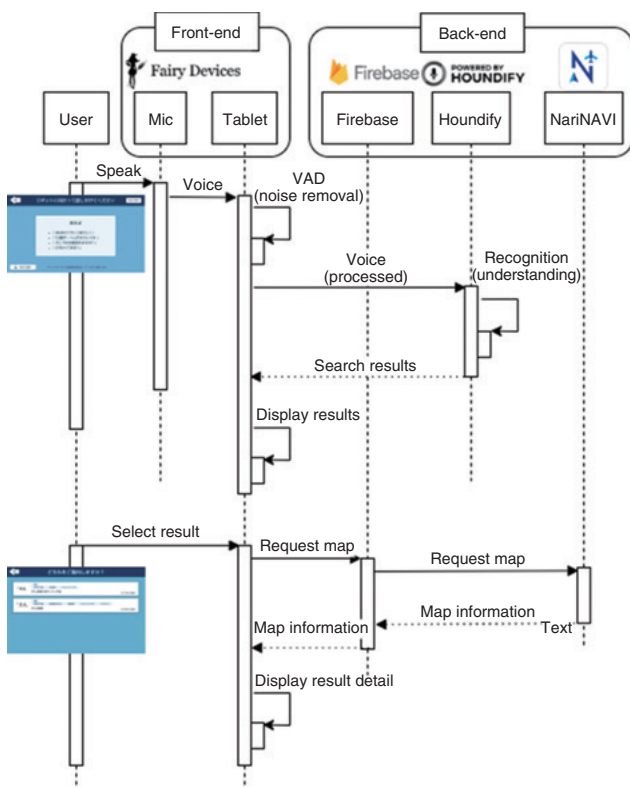


Fig. 7 Sequence diagram for dialogue search engine

及び設置位置の概要をロボットの頭上から見た図として Fig. 8 に示す。

人検出について Fig. 9 に概念図を示す。LRF で測定された点群のうち、点群を基準とした近傍の点の差分があるしきい値以内の集合をクラスタとした。人間の胴体に属するものは大まかに楕円をとると仮定し、クラスタの幅と向きでクラスタが人かどうかを判断した。具体的には、式 (1) に示すクラスタ端点間距離 $\|v_w\|$ が人の胸幅に収まる、

$$l_{\min} < \|v_w\| < l_{\max} \quad (1)$$

とする。ここで $l_{\max}$, $l_{\min}$ は身体胸幅長の最大値及び最小値である。いずれも人体寸法の胸幅を基準に実験的に調整した。

受付ロボットに興味のある人は、ロボットに対して身体を向いていると考えられる。人の向いている方向については、Fig. 9 での人と判断された人クラスタ端点間の中点から、クラスタ中心へむすんだベクトル v_c と LRF 原

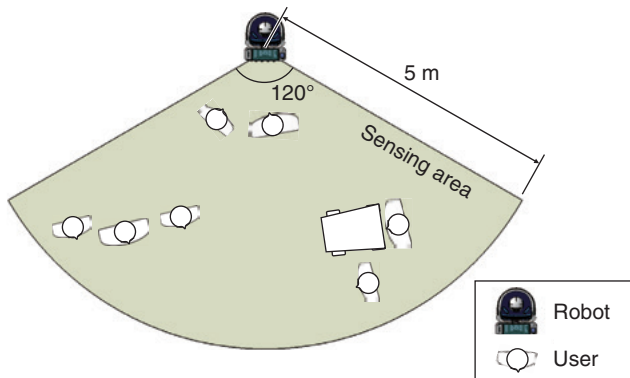


Fig. 8 LRF sensing area

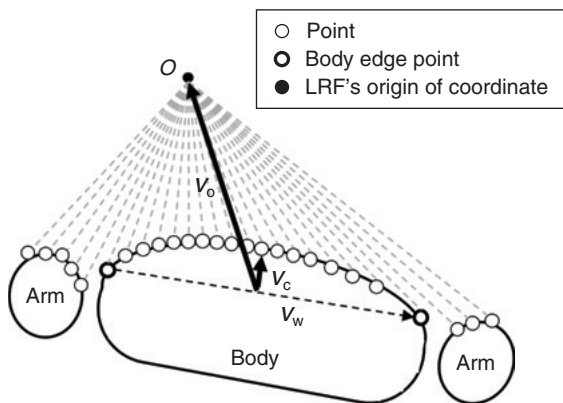


Fig. 9 Definition of vectors for detecting people from point cloud data

点 O へむすんだベクトル v_o のコサイン類似度が式 (2) となる人クラスタをロボットの方を向いている人として扱った。

$$\cos(v_o, v_c) > 0 \quad (2)$$

ロボットの方を向いている人の中で、ロボットからの距離 v_o が最短の人が対象ユーザとして選択される。ロボットの姿勢制御は、この対象ユーザとロボットの位置関係から、ロボットの向くべき姿勢角に変換し、これを制御入力とする姿勢角制御系とした。対象ユーザがタッチパネルを操作すると 3.1. 節で説明した動作を行う。

6. タッチパネルユーザインタフェース設計

6.1. 設計思想

すべてのお客様に対して戸惑わない対話を実現するため、ロボットの前方にタッチパネルを設置する。お客様はタッチパネルを操作することで、受付サービスを受ける言語を選び、目的地の検索方法としてロボットとの音声対話から絞り込むか、タッチパネル上に表示される一覧画面から絞り込むかを選択できる。このように様々なお客様のニーズに対応できるシステムであることが特徴の一つである。

6.2. ユーザインタフェースフロー

タッチパネルの画面構成やユーザインタフェースフローは 7 章で行ったユーザ評価調査の結果に基づいて構成した。お客様がタッチパネルに向かい、Fig. 10 の 1 に示すようにチュートリアル画面で該当する言語を選択し、個人情報保護に関する同意画面、ロボットの注意事項の説明画面を承認すると、Fig. 10 の 2 のように音声チャット画面が表示される。受付サービスではロボットとの対話を楽しむことも目的の 1 つであるため、音声対話での検索を一覧からの検索よりも優先した。その後、Fig. 10 の 3 のように検索結果のリスト一覧が表示される。リスト一覧の上部には検索した文字が表示されるため、音声認識が間違っている場合はその画面でお客様が気づけるようにした。リストから目的地を選択し、画面上の表示をタップすることで、Fig. 10 の 4 のように目的地の詳細な情報が記されている結果画面に推移する。検索開始から検索完了までを最少 3 タップとし、ユーザビリティを向上させた。結果画面では NariNAVI を使用し、現在地から目的地までの地図が表示される。地図上にランドマークを載せることで、お客様にとってのわかりやすさを向上させた。最後に、目的地にロボットと一緒に向かうか、お客様ご自身で向かうかを選択すると、受付サービス終了を示す画面が表示される。



Fig. 10 User interface flow

7. ユーザ評価調査

7.1. 目的

本調査は2章で述べた機能の改善点を把握するため、以下の点に着目し、感性的な評価を行った。

1. タッチパネルの使いやすさ
2. ロボットの印象
3. 受付サービスに対する感情や利用意向

7.2. 調査手法

調査参加者は日本人5名(男性2名、女性3名)、外国人5名(男性3名、女性2名)であった。日本人は日本語が母語の日本国籍、外国人は英語が母語の海外国籍の者とした。年齢や音声認識端末・ロボットとの会話経験の頻度に関して、できるだけ多様となるように選定した。

調査は2020年1月から2月にかけて本田技術研究所の和光ビルで行った。ビル内の会議室に実際の案内サービス提供環境に近い状態を再現した。調査はユーザビリティテスト及びインタビューを用いて行った。調査参加者は受付サービスを利用して、六つの課題に取り組んだ。課題の内容の一例として、ラウンジに行きたいことを伝えた上で、その場所に、ロボットと一緒にいく依頼をすることが挙げられる。調査者は調査開始時に調査参加者に調査内容の説明を行い、インフォームドコンセントの手続きを踏んだ。

タッチパネルの使いやすさの評価では、先行研究⁽⁹⁾を参考にし、今回の受付サービスの評価に適した質問紙を用いた。調査参加者はすべての課題終了後に、質問紙に対して1(そう思わない)から5(そう思う)の5段階で評価を行った。評価後のインタビューにおいて、評価の理由を確認した。

ロボットの印象の評価では、Human Robot Interaction (HRI) 分野で標準化されている評価指標であるGODSPEED⁽¹⁰⁾を用いた。これはHRI分野における主要な5つの概念(擬人化、有生性、好感度、知性の知覚、安全性の知覚)から構成された質問紙である。例えば擬人化の場合、「偽物のような-自然な」という対の言葉が用意され、偽物のように感じた場合は1点、自然に感じた場合は5点のように5段階で評価を行う。それらに加え、独自の4項目として「自分に無関心な一気にかけてくれる」、「不安を感じる-安心を感じる」、「不快な-心地良い」、「不正確な-正確な」を用いた。これは今回の案内サービスのコンセプトであるつき添う羅針盤を評価する項目として選出した。調査参加者はすべての課題終了後に質問紙に対して評価を行った。評価後のインタビューにおいて、評価の理由を確認した。

受付サービスに対する感情や利用意向の評価では、Affect Grid⁽⁸⁾という評価指標を用いた。Affect Gridはその時に持つ感情を二つの直交する軸(快-不快と活性(覚醒)-不活性(眠気))で表現する。調査参加者は「少し快でかなり覚醒している」のように、2軸それぞれの度合を10段階で評価し、2軸で構成される平面上の対応する点に印をつけた。調査参加者は課題遂行前及び一つの課題を終えるごとに、感情状態に関して評価した。これは受付サービス

体験前後や体験中における感情の時系列変化を検討するためである。評価後のインタビューにおいて、受付サービス全体の印象や実際に空港でこのサービスに遭遇したことを想定した際の利用意向を確認した。

本調査は、事前に本田技術研究所の研究開発における生命倫理委員会の承認を受けて実施している。

7.3. 調査結果と考察

タッチパネルの使いやすさについて、全参加者の調査結果を Fig. 11 に示す。青線が日本人の評点平均値、赤線が外国人の評点平均値である。平均評定値は、日本人参加者が 3.57 であり、外国人参加者が 4.06 であった。

インタビューも含めた調査結果から、五つの改善点があることが推察された。それらは、音声入力時の反応（認識の遅さ、認識成功のわかりづらさ、認識失敗時の対応）、マイクボタン（ボタン動作のわかりづらさ、話しかける場所のわかりづらさ）、一覧表示（項目のまとまりのなさ、挙動の不便さ）、地図画面（地図の小ささ、拡大ボタンのわかりづらさ）、キーボード入力（文字入力のわかりづらさ）であった。この結果を踏まえ、4 章で述べた音声対話システムに対して 3 秒以内という許容レスポンス時間を設定した。また、6 章で述べたタッチパネルの画面構成やユーザインタフェースフローは、上記の結果に基づいて構成した。

GODSPEED の指標を用いた全参加者のロボットに対

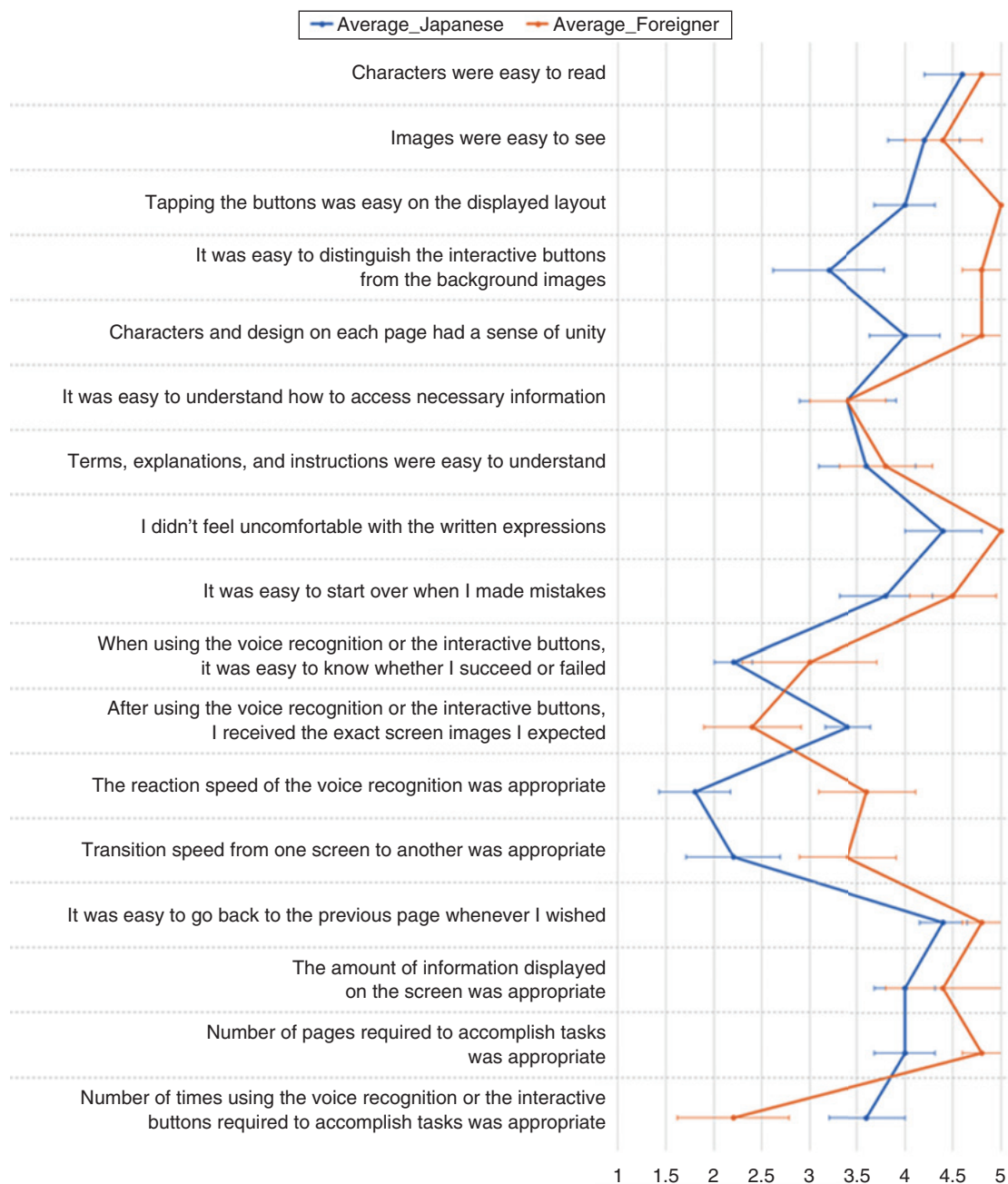


Fig. 11 Evaluation results for touch screen usability

する印象の調査結果を Fig. 12 に示す。青線が日本人の評点平均値、赤線が外国人の評点平均値である。擬人化に関して、外国人は日本人と比較して平均的に肯定的な評価傾向であった。有生性に関して、外国人は日本人と比較して平均的に肯定的な評価傾向であった。好感度に関して、日本人・外国人いずれも高く評価する傾向であった。知性の知覚に関して、日本人・外国人いずれも高く評価する傾向であった。安全性の知覚に関して、日本人・外国人いずれも平均的に類似した評価傾向であった。追加した独自の4項目は日本人・外国人いずれもポジティブ方向の評価傾向であったが、外国人の方が平均的に高い評価傾向であった。

インタビュー調査から以下のようなことが推察された。擬人化、有生性の評価は、ロボットの容姿、動きや音などによるフィードバックが関連し、おおむねポジティブな影響を与えた。好感度、知性の知覚、独自項目の「気にかけてくれる」「正確な」の評価は、タッチパネルのネガティブな評価がロボットの印象にネガティブな影響を与えた。本来は別のシステムであるタッチパネルのネガティブな評価がロボットの印象へも影響を与えることが判明したため、タッチパネルの使いやすさについての評価から導出された改善点を修正した。また、今回の案内サービスのコンセプトであるつき添う羅針盤を評価する項目として選出した4項目への評価結果から、コンセプトに近い印象を調査参加者はロボットから感じたかと推察できる。

Affect Grid の指標を用いて全参加者の受付サービスに対する感情を分析したところ、受付サービス中の感情変化には、課題がどの程度スムーズに遂行できたかが大きく寄与していた。課題実施前は受付サービスに関する好奇心や期待感を持っていたが、課題実施後はタッチパネルの仕様

により課題がスムーズに遂行できないため、課題実施前よりも不快方向に変化した。受付サービスの利用意向について、タッチパネルの改善点が解消されることを前提に、調査参加者 10 名中 8 名が実際にこのサービスに空港で遭遇した場合、利用してみたいと答えた。その理由についてインタビューを行ったところ、日本人と外国人では異なる傾向を示した。日本人からは同伴者や周囲の人々の存在を考慮した意見が挙がり、受付サービスの利用意向に関してネガティブな意見も挙げられた。その一方で、外国人は受付サービスの利用意向に関しておおむねポジティブな意見を述べた。このように、利用意向は個人特性と大きく関係し、特にロボットとの会話経験や他人からどう思われるかなどによって、利用意向が変化する可能性があることがわかった。これらの調査結果から得られた改善点を設計に反映した。

8. まとめ

成田空港で案内サービスを実行する案内ロボットシステムを開発し、その中の受付ロボットの技術について紹介した。受付ロボットの開発においては、案内ロボットサービスのつき添う羅針盤というコンセプトを分解して、多様なお客様への対応、戸惑わない対話、違和感の無いロボットの応答とし、それぞれに対応する機能すなわち多言語対応・昇降機能、音声認識・対話エンジン、動き・音・画面を実装した。ユーザ評価の結果、案内ロボットサービスのコンセプトに近い印象を調査参加者はロボットから感じており、コンセプトに沿ったロボットを開発することができた。インタビュー調査から、タッチパネルのネガティブな評価がロボットの印象にネガティブな影響を与えており、本来は別のシステムであるタッチパネルのネガティブな評価がロボット自身の印象へも影響を与えることがわかった。一方で、タッチパネルの改善点が修正されればという条件つきではあるが、調査参加者のうち 80% が実際に空港でこのサービスがあれば利用したいと回答したことからサービスとしての有用性もあることがわかった。

参考文献

- (1) 重見聡史, 河口裕一郎, 吉池孝英, 川邊浩司, 小川直秀: 新型 ASIMO の開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 18, No. 1, p. 38-44
- (2) 斉藤陽子, 奥石健: 空港案内ロボットシステムの開発とデザイン, Honda R&D Technical Review, Vol. 33, No. 1, p. 1-8
- (3) 西宮憲治, 金子真也: 案内ロボット運用システムの開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 32, No. 2, p. 51-55

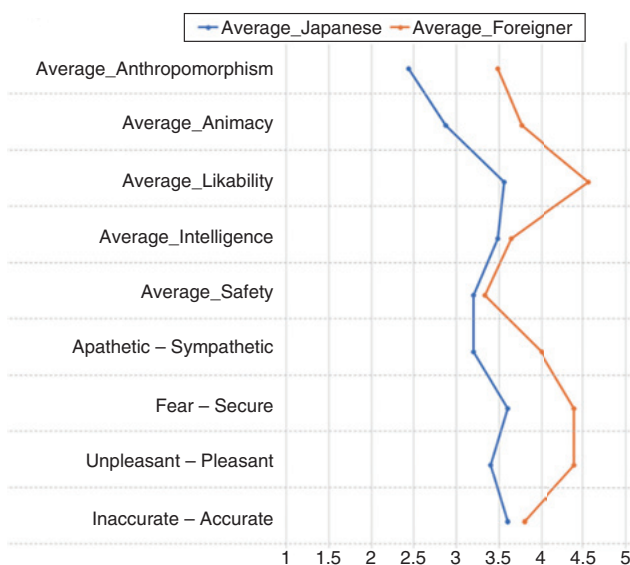


Fig. 12 Evaluation results for impressions of robot

- (4) 沙子鉤, 名取洋一, 有泉孝裕: 空港案内誘導ロボットにおけるロバストなフォロウ認識機能の研究, Honda R&D Technical Review, Vol. 33, No. 1, p. 18-25
- (5) Chung, W., Kim, H., Yoo, Y., Moon, C.-B., Park, J.: The Detection and Following of Human Legs Through Inductive Approaches for a Mobile Robot With a Single Laser Range Finder, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 59, No. 8, p. 3156-3166, (2012)
- (6) Jung, E.-J., Lee, J. H., Yi, B.-J., Park, J., Yuta, S., Noh, S.-T.: Development of a Laser-Range-Finder-Based Human Tracking and Control Algorithm for a Marathoner Service Robot, IEEE/ASME Tran. Mechatronics, Vol. 19, No. 6, p. 1963-1976, (2014)
- (7) Nakamori, Y., Hiroi, Y., Ito, A.: Multiple player detection and tracking method using a laser range finder for a robot that plays with human, Robomech Journal 5, 25, (2018)
- (8) Russell, J. A., Weiss, A., Mendelsohn, G. A.: Affect Grid: A Single-Item Scale of Pleasure and Arousal, Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 57, No. 3, p. 493-502, (1989)
- (9) 西本光司, 南部美砂子, 伊藤恵: リモート・ユーザビリティテストの実施容易性と有効性の評価実験, 日本ソフトウェア科学会第31回大会講演論文集, 一般6-4, p. 480-485, (2014)
- (10) Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E., Zoghbi, S.: Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots, International Journal of Social Robotics, p. 71-81, (2009)

■ 著 者 ■



大西潤哉



益田綾子



大林千尋



川崎雄一



竹部雄貴